

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт космических и информационных технологий  
Базовая кафедра геоинформационных систем

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.И. Харук

«\_\_\_\_\_» 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.02 Информационные системы и технологии

Создание ГИС дендрария ИЛ СО РАН по данным аэрофотосъемки

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, к.б.н. Е.В. Федотова

Выпускник \_\_\_\_\_ Г.В. Измайлов

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Е.В. Федотова

Красноярск 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Исходные данные .....	5
1.1 Описание аппарата и свойства фотоматериалов. ....	5
1.2 Материалы описания характеристик растительности дендрария.....	6
2 Обзор программного обеспечения для сбора фотомозаики и тематического картирования.....	8
2.1 Программа автоматизированной фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки.....	8
2.2 Описание программного обеспечения для построения тематической карты.....	9
2.2.1 Геоинформационная система Quantum GIS .....	9
2.2.2 Программный пакет ArcGIS.....	10
3 Проектирование и методы создания ГИС дендрария ИЛ СО РАН .....	12
3.1 Создание мозаики фотоснимков.....	12
3.2 Создание векторного слоя групп растений .....	16
3.2 Разработка структуры атрибутивной информации и базы данных для групп растений .....	18
4 Представление ГИС пользователям .....	20
Заключение .....	23
Список использованных источников .....	24

## ВВЕДЕНИЕ

Картографирование растительности в настоящее время чрезвычайно актуально в связи с задачами изучения биоразнообразия, мониторинга продуктивности растительного покрова [1]. Наличие графических документов в электронном виде даёт множество преимуществ в последующей работе по проведению инвентаризации и картирования древесных коллекций, а также по созданию баз данных и географической информационной системы. Особенно это важно для объектов, находящихся в черте крупных городов, промышленных центров, когда растительность находится под влиянием экологически неблагоприятных факторов, а также испытывает пресс антропогенного влияния, например, рекреационные нагрузки, близко расположенные жилые массивы и пр.

Дендрарий Института леса им В.Н. Сукачева СО РАН – это научный объект, который содержит коллекции древесных и кустарниковых растений, привезенных из разных климатических регионов страны.

Дендрарий расположен в Академгородке (г. Красноярск), на высокой террасе левого берега р. Енисей. Его площадь 15,15 га, в том числе, собственно дендрарий - 8,5 га, интродукционный питомник - 6,5 га, холодные рассадники - 0,15 га [2].

Начало создания коллекции декоративных древесных растений из различных ботанико-географических областей - 1977 г. На базе коллекции, насчитывающей (2002 г.) около 400 видов, разновидностей и форм, представленных 73 родами и 26 семействами, исследуется акклиматизация древесных растений, рост и развитие в новых условиях, ведется отбор перспективных видов для южной части тайги Средней Сибири.

Эксперименты по интродукции позволили значительно расширить состав древесных растений для озеленения населенных пунктов юга Средней Сибири и в аналогичных экологических условиях Западной и Восточной Сибири.

Наиболее устойчивые и зимостойкие растения используются при озеленении Академгородка, для создания новых дендрологических парков, при озеленении г. Красноярска, а также передаются в совхоз древесно-декоративных культур для массового размножения. За 1977 - 2000 гг. передано для озеленения более 370 тысяч экземпляров декоративных растений 250 видов и форм [2].

Целью работы является построение геоинформационной системы дендрария Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, которая содержит картографические слои групп растений и описание этих групп, по данным съемки беспилотным летательным аппаратом.

Задачи, поставленные для достижения цели:

- получение и предварительная обработка исходных данных съемки территории для карты территории дендрария ИЛ СО РАН;
- создание мозаики для оцифровки растительности и создания карты дендрария ИЛ СО РАН;
- формирование и наполнение базы данных характеристик растительности дендрария ИЛ СО РАН;
- построение тематической карты дендрария ИЛ СО РАН.

## 1 Исходные данные

### 1.1 Описание аппарата и свойства фотоматериалов.

Для проведения аэрофотосъемки был использован беспилотный летательный аппарат Yuneec Typhoon H Hexacopter. Данный аппарат имеет продолжительность полета до 25 минут, поднимается на высоту 122 метра над землей. На борту Yuneec Typhoon H установлена 12Мп камера CGO3+ 4K UHD собственной разработки Yuneec International, которая позволяет получать снимки местности с пространственным разрешением от 7 до 35 см, в наиболее подходящую для съемки погоду [4].



Рисунок 1 – Изображение аппарата Yuneec Typhoon H

На аппарате установлена съёмочная камера весом 255 гр с характеристиками [4], представленными в таблице 1.

Таблица 1 Характеристики камеры аппарата

Разрешение видео	UHD: 4K @ 30 FPS - Full HD: 1080p @ 24/25/30/48/50/60/120 FPS
Разрешение	12.4 МП
Угол обзора	98°
Объектив	14 mm / F2.8 (free of distortion)
Передача данных	WiFi
Радиус передачи данных	до 1.6 км
Частота передачи данных	5 GHz
Температурные условия	-10°C - 40°C
Память	microSD Class 10 (от 4 до 128GB)
Совместимость с аппаратами	Typhoon H

Всего было получено на территорию дендрария 52 изображения. Размер каждого изображения 3840x2160 пикселей, степень перекрытия около 50%.

## 1.2 Материалы описания характеристик растительности дендрария

Описания растительности – деревьев и кустарников – составлены для групп растений. Материалы были представлены в виде текстовых документов Microsoft Word.

Для каждой группы растений имеются описания, из которых впоследствии была спроектирована база данных атрибутивной информации о группе растений:

- название;
- вид;
- плодоносит или нет;
- область естественного распространения;
- откуда получен материал, год;
- количество;
- где находятся растения.

На основании представленных данных была создана таблица в Microsoft Office Excel в формате «csv» .

Формат CSV (от англ. Comma-Separated Values — значения, разделённые запятыми) — текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных.

Спецификация: Каждая строка файла — это одна строка таблицы. Если в значении встречаются кавычки — они представляются в файле в виде двух кавычек подряд [8].

## **2 Обзор программного обеспечения для сбора фотомозаики и тематического картирования**

### **2.1 Программа автоматизированной фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки**

Программа Agisoft PhotoScan предназначена для автоматизированной фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки [5]. Она разработана петербургской компанией «Геоскан» и позволяет обрабатывать любые цифровые изображения и получать:

- облака точек, по качеству соответствующие воздушному лазерному сканированию;
- поверхности высочайшей детальности в виде TIN или GRID модели;
- 3D-модели, текстурированные на основе исходных изображений;
- ортофотопланы, соответствующие требованиям точности топопланов масштаба до 1:500.

Данное ПО обладает всеми функциями, необходимыми для обработки снимков, полученных с БПЛА.

Целью обработки снимков, полученных при съемке с гексакоптера, является получение ортофотоплана территории дендрария ИЛ СО РАН для последующей оцифровки. На рисунке 2 изображен пример изображения, полученного при съемке с гексакоптера.





Рисунок 2 - Пример изображения территории дендрария Института леса им. В. Н. Сукачева, полученного при съемке с гексакоптера

## **2.2 Описание программного обеспечения для построения тематической карты.**

### **2.2.1 Геоинформационная система Quantum GIS**

Программа Quantum GIS — свободная кроссплатформенная геоинформационная система. Интерфейс Quantum GIS намного понятнее для неискушенного пользователя, а в некоторых аспектах даже превосходит широко распространенные ГИС [7].

Quantum GIS позволяет просматривать и накладывать друг на друга векторные и растровые данные в различных форматах и проекциях без преобразования во внутренний или общий формат. С помощью удобного графического интерфейса можно создавать карты и исследовать пространственные данные. Графический интерфейс включает в себя множество полезных инструментов.

В QGIS можно создавать и редактировать векторные данные, а также экспортировать их в разные форматы. QGIS может быть адаптирован к особым потребностям с помощью расширяемой архитектуры модулей. QGIS предоставляет библиотеки, которые могут использоваться для создания модулей. Можно создавать отдельные приложения, используя языки программирования C++ или Python.

В данной работе использовались следующие функции (операции) Quantum GIS:

- компоновщик карт;
- панель обзора;
- определение/выборка объектов;
- редактирование/просмотр/поиск атрибутов;
- подписывание объектов;
- изменение символики векторных и растровых слоев;
- создание и редактирование shape-файлов
- сохранение и загрузка проектов.

### **2.2.2 Программный пакет ArcGIS**

Программный пакет ArcGIS включает полный набор приложений, которые поддерживают решение геоинформационных задач, в том числе, картографирование, сбор данных, их анализ, управление геоданными изображениями, а также совместный доступ к пространственной информации.

ArcGIS — это платформа, которая используется для управления рабочими процессами и проектами ГИС, для построения карт, моделей и приложений. Кроме того, она является отправной точкой и базовым фундаментом для развертывания ГИС в организациях и в веб-среде. Она используется для публикации и обмена географической информацией с другими пользователями. Пользователи версии Desktop могут:

- обмениваться информацией с другими профессиональными пользователями настольной версии путем обеспечения доступа к пакетам карт и другим ГИС-пакетам;

- обмениваться с другими пользователями информацией при помощи мобильных, интернет и пользовательских систем путем публикации карт и соответствующей географических информационных сервисов с использованием ArcGIS for Server и ArcGIS Online.

В данной работе применялись возможности программного комплекса для некоторых вспомогательных операций.



Выполнение операции выравнивания регулируется следующими параметрами:

- точность;
- преселекция пар;
- максимальное количество точек;
- опцией Использовать маску для фильтрации соответствий.

Параметр «Точность» работает следующим образом. Изображения состоят из миллионов пикселей. На этапе выделения характерных точек для каждой точки на снимках, на основании распределения яркости в ее окрестностях, формируется дескриптор точки. Затем отбираются дескрипторы, обладающие некой определенной степенью уникальности, которые соответствуют наиболее особым, характерным точкам.

Максимальное количество характерных точек для снимка регулируется параметром «Макс. количество точек». Сам же параметр «Точность» регулирует уменьшение фотографии, т.е. чем меньше параметр, тем меньше будет затраченное на обработку время.

«Преселекция пар». Поиск общих точек выполняется попарным сравнением дескрипторов характерных точек. При этом программа формирует наибольший из всех возможных внутренне согласованный набор общих точек.

Для ускорения поиска общих точек можно использовать координаты точек съемки, если они известны. В этом случае программа будет искать общие точки только на снимках, расположенных недалеко друг от друга.

Маскирование используется для исключения из обработки участков фотографий, использование которых может привести к ухудшению результата. При обработке данных аэрофотосъемки, например, может понадобиться закрыть маской изображения движущихся автомобилей.

Входными данными для этого этапа обработки являются:

- сами фотоснимки;
- координаты центров фотографирования (необязательные данные).

По окончании операции формируется:

- разреженная точечная модель местности, состоящая из общих точек;
- расчетные координаты и параметры ориентирования снимков;
- уточненные (в первом приближении) параметры калибровки камеры.

На данном этапе были выбраны следующие параметры:

- точность – высокая;
- преселекция пар – привязка;
- максимальное количество точек не менялось.

Результат данного этапа изображен на рисунке 4.

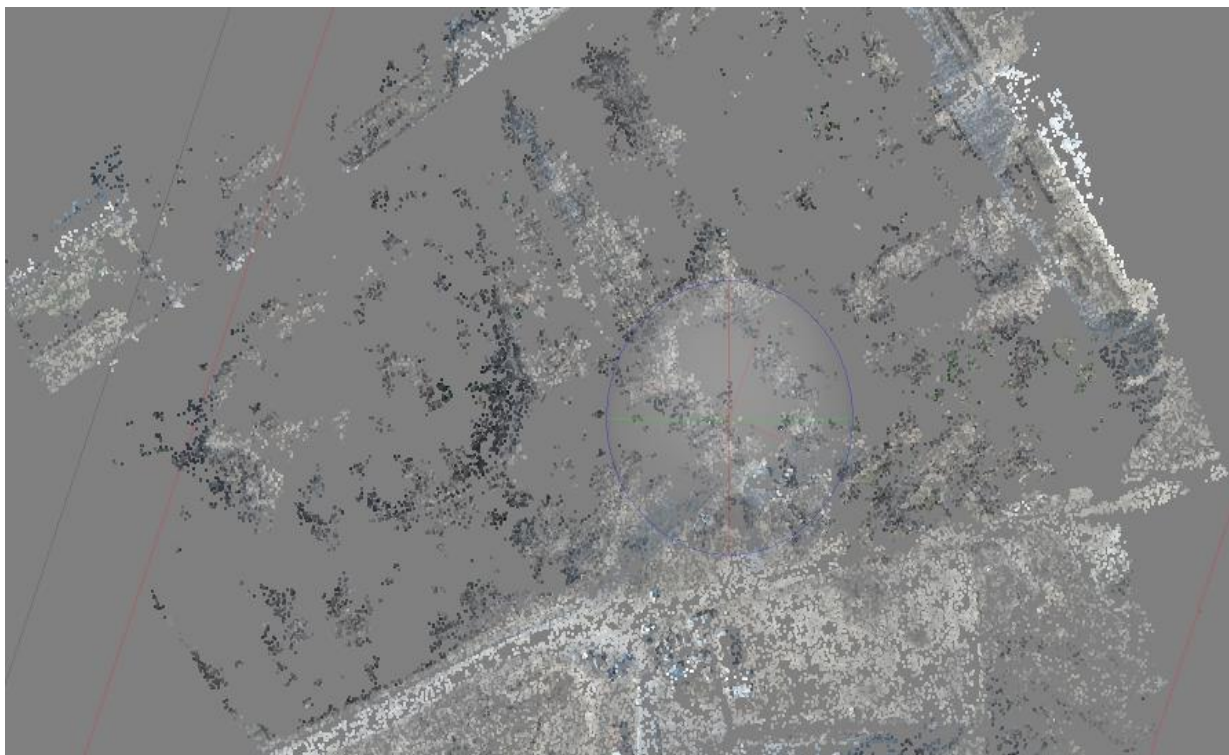


Рисунок 4 - Разреженное облако связующих точек фотографий, полученных при съемке гексакоптером

Следующий шаг после выравнивания фотографий, установки и загрузки координат опорных точек, привязки и уравнивания - построение детальной модели участка съемки.

На данном этапе, по сути, производится повторный поиск общих точек и определение их координат. Благодаря тому, что параметры взаимного

ориентирования снимков уже известны, для каждой точки на одном снимке область, в которой может находиться соответствующая ей точка на другом снимке, известна и относительно невелика. Это позволяет определять общие точки более достоверно и существенно повысить их количество и плотность.

Плотное облако точек строится только в пределах рабочей области.

Границы этой области отображаются в виде параллелепипеда, образованного тонкими серыми (и красными) линиями.

Параметры «Качество» и «Фильтрация карт глубины» позволяют изменять плотность точек, получаемых на данном этапе, и в некоторой степени отфильтровывать недостоверные точки.

Подобно тому, как при выравнивании используется параметр «Точность», на этапе построения модели работает параметр «Качество». Этот параметр задает плотность анализируемых пикселей на исходных изображениях и соответственно, плотность формируемого на данном этапе плотного облака точек.

Построение мозаики может быть основано на модели высот и

Параметр «Фильтрация карт глубины» задает уровень фильтрации и применяемые алгоритмы. Он фактически задает допустимую степень отклонения точки от соседних точек, при котором отдельная точка считается определенно верно [5].

С использованием программы Agisoft PhotoScan была создана мозаика фотоснимков.

В результате создана мозаика фотоснимков общим объёмом 129 Мбайт. Система координат данных – географическая WGS 84 (EPSG:32646)

Для того чтобы понять, насколько правильно и точно получилась геопривязка фотомозаики, была собрана карта с векторными слоями гидрографии Красноярского края (рисунок 5).

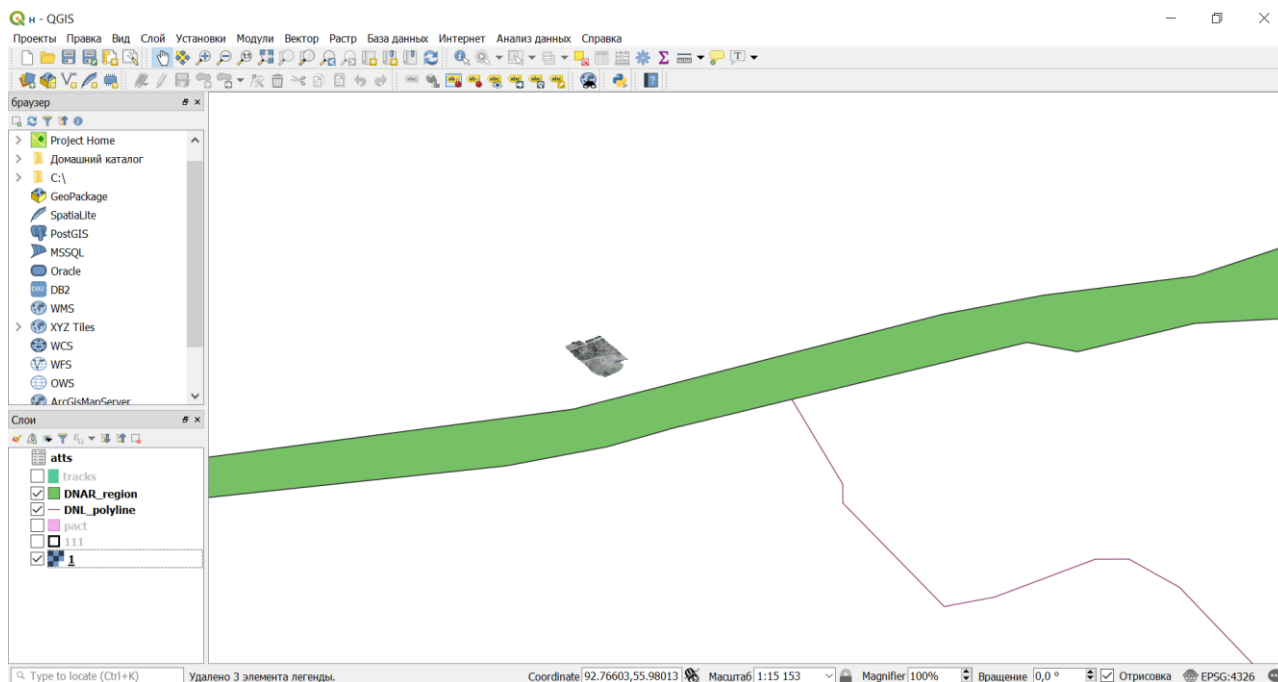


Рисунок 5 – Отображение подложки с векторным слоем в окне QGIS

Так как дендрарий отображается правильно, на высокой террасе левого берега р. Енисей, следовательно, можно переходить к следующему этапу, созданию векторных слоев. Система координат мозаики – географические координаты широта/долгота в системе координат WGS84.

### 3.2 Создание векторного слоя групп растений

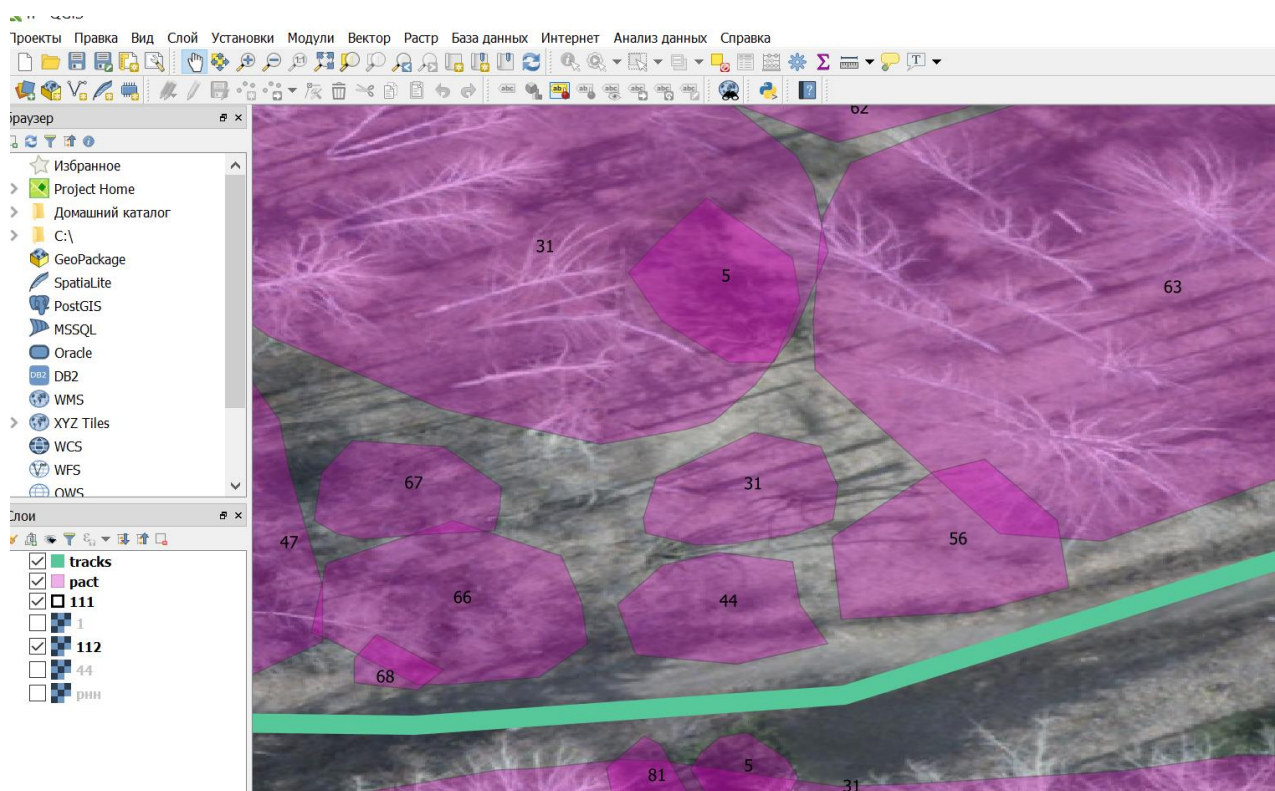
Для создания векторного слоя растительности было использовано вышеупомянутое программное обеспечение Quantum GIS. В таблице 2 указаны слои данных, созданные по фотомозаике.



Таблица 2 – Данные, используемые в ГИС

Имя слоя	Тип данных	Объекты дендрария
tracks	Линия	Тропинки
line	Линия	Граница дендрария
pact	Полигон	Слой с группами растений.
atts	Таблица	Таблица атрибутов
1	Растровая подложка	Полученная фотомозаика

Были созданы share-файлы с соответствующими свойствами.



## Рисунок 6 – Окно Quantum GIS для создания и отображения полигонального слоя

В полигональном слое содержится 304 полигона, соответствующих положению групп растений. Каждый полигон в атрибутивной таблице имеет ключевое поле – номер. Номера были присвоены в соответствии с описаниями свойств групп растений в ИЛ СО РАН.

### 3.2 Разработка структуры атрибутивной информации и базы данных для групп растений

В соответствии с описательными характеристиками для полигонов о которых были предоставлены данные, создана атрибутивная таблица вида 3.

Таблица 3 - Пример данных, предоставленных ИЛ СО РАН

№	Название	Вид	Плодо- носит	Область естествен- ного распрост- ранения	Откуда получен матери- ал	Год	Где находят- ся растения	Чис- ло
6	<i>Acer ginnala</i> Maxim. (Клен гиннала)	Де- рево	Плодо- носит	Восточная Азия	Владив осток	1 977	Взрослые растения в дендрари и Академго родка	3
06	<i>Acer glabrum</i> Torr. (Клен голый)	Дере- во	Плодон осит	Северная Америка	США (Колора до)	1977	Взрослые растения в дендрари и Академго родка	

2	<i>Acer mono</i> Maxim. (Клен мелколист ный)	Дере во	Плодон осит	Восточная Азия	Хабаро вск	1977	Взрослые растения в дендрари и Академго родка	
---	--	------------	----------------	-------------------	---------------	------	---	--

На рисунке 7 представлено окно с атрибутивной таблицей слоя групп растений.

QuantumGIS :: Features Total: 304, Filtered: 265, Selected: 1

	Number	atts_Название	atts_Вид	atts_Плодоносит	естественного рас	ткуда получен мат	atts_Год	Где находятся раст	atts_Число
1	136	Larix gmelinii (Ru...	Дерево	Плодоносит	Восточная Азия	Читинская область	1975	Взрослые растен...	31
2	136	Larix gmelinii (Ru...	Дерево	Плодоносит	Восточная Азия	Читинская область	1975	Взрослые растен...	31
3	136	Larix gmelinii (Ru...	Дерево	Плодоносит	Восточная Азия	Читинская область	1975	Взрослые растен...	31
4	123	Amorpha fruticos...	Larix gmelinii (Rupr.) Kusen. (Лиственница гмелина)	мерика	Омск	1983	Взрослые растен...		
5	101	Phellodendron am...	Дерево	Плодоносит	Восточная Азия	Новосибирск	1977	Взрослые растен...	5
6	152	Corylus mandshur...	Кустарник	Плодоносит	Восточная Азия	Барнаул	1982	Взрослые растен...	
7	49	Betula pendula Roth (Береза повислая)	Дерево	Плодоносит	Сибирь	Местное происхождение		Взрослые растен...	134
8	114	Syringa vulgaris L...	Кустарник	Плодоносит	Европа	Новосибирск	1977	Взрослые растен...	
9	60	Juglans manshuri...	Дерево	Плодоносит	Восточная Азия	Владивосток	1977	Взрослые растен...	67
10	31	Populus balsamife...	Дерево	Плодоносит	Сибирь	Барнаул	1977	Взрослые растен...	69
11	18	Salix sp. (Ива превосходная)	Кустарник	Плодоносит		Неизвестный образец		Взрослые растен...	
12	18	Salix sp. (Ива превосходная)	Кустарник	Плодоносит		Неизвестный образец		Взрослые растен...	

abc atts\_Плодоносит | Плодоносит

Рисунок 7 Атрибутивная таблица в QuantumGIS

Поле Number является ключевым для последующего расширения базы данных о растениях, которая будет включать информацию об измерениях морфологических характеристик растений за несколько лет наблюдений.

#### 4 Представление ГИС пользователям

На данном этапе информация для конечного пользователя имеется представление в виде проекта QGIS, что и позволяет взаимодействовать с картой посредством атрибутивной выборки, например: отобразить только растения привезенные из Средней Азии.

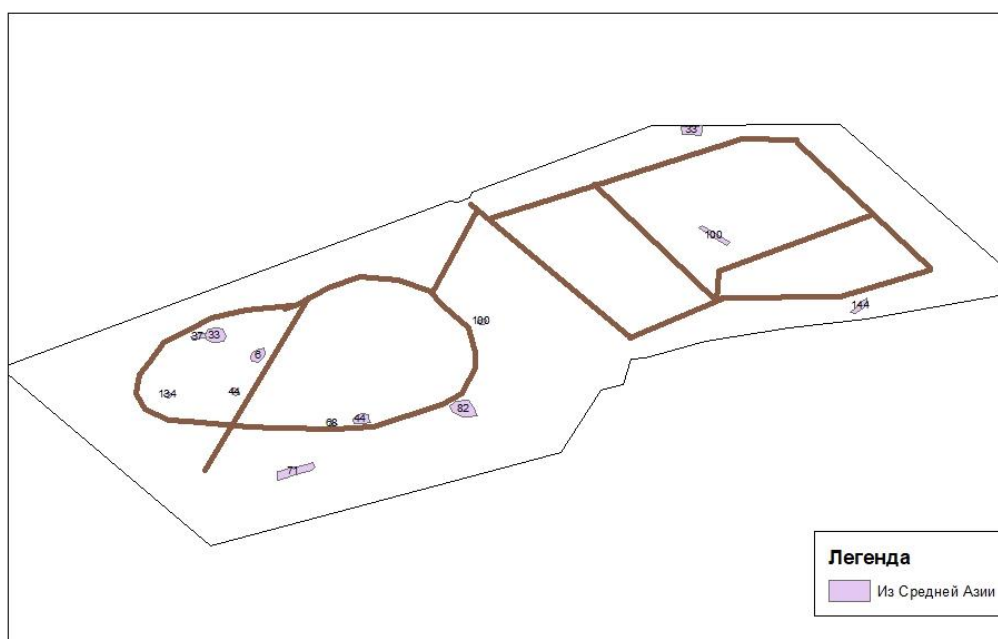


Рисунок 8 – Карта с отображением растений Средней Азии

На рисунке 9 представлено отображение полученного слоя с делением по форме растительности – дерево, кустарник или лиана.

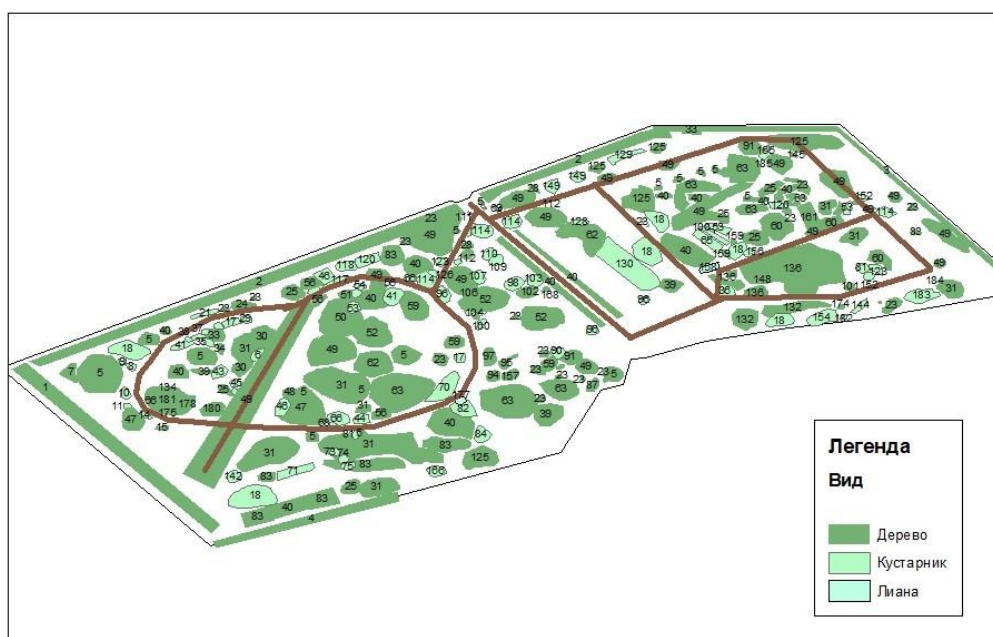


Рисунок 9 – Карта различных форм растительности

На рисунке 10 представлена карта с выделением групп растений, посаженных позднее или в 1980 году.

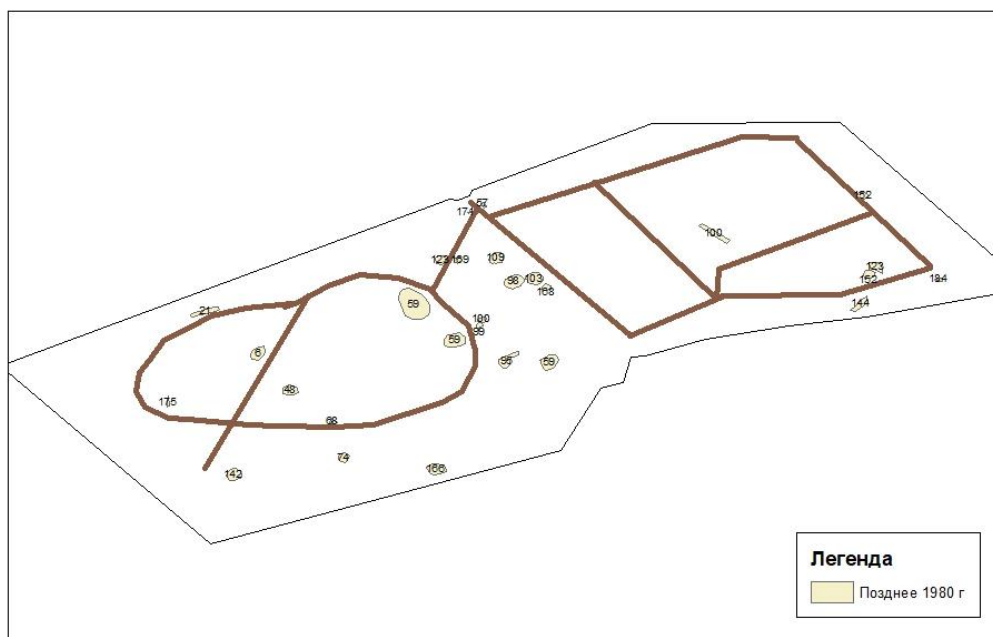


Рисунок 10 – Группы растений, появившиеся в дендрарии в 1980 году и позже

Благодаря полю «Number» в векторном слое «rast» в разработанной ГИС предусмотрена возможность дополнения атрибутивной информации в будущем. Например, для некоторых групп растений имеется информация о мониторинге за несколько лет, такая как:

- фенология: пара «фаза – дата», несколько фаз за вегетационный период;
- показатели семян: размер, масса в граммах, жизнеспособность в %, всхожесть в %.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате работы изучены программные средства Agisoft Photoscan, создана мозаика фотоснимков территории дендрария ИЛ СО РАН.

Создана ГИС дендрария с картографической и атрибутивной информацией, представленная в виде проекта QGIS. В слое и атрибутивной таблице отображается информация о 304 группах объектов (группах деревьев или кустарников) дендрария ИЛ СО РАН. Возможно отображение групп растений по всем характеристикам, имеющимся в атрибутивной таблице.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Салищен К.А. Картоведение - Москва: Издательство Московского университета, 1990 - 400 с.
2. Дендрарий ИЛ СО РАН. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://forest.akadem.ru/Arboretum/arb\\_index.html](http://forest.akadem.ru/Arboretum/arb_index.html).
3. СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с
4. Описание аппарата с официального сайта [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [https://www.yuneec.com/en\\_GB/camera-drones/typhoon-h/specs.html](https://www.yuneec.com/en_GB/camera-drones/typhoon-h/specs.html)].
5. Agisoft PhotoScan. [Электронный ресурс]: Производительная, эффективная и удобная программа для фотограмметрической обработки снимков. - Режим доступа: <https://www.geoscan.aero/ru/photoscan/#about>
6. Описание характеристик аппарата с официального сайта производителя. [Электронный ресурс] : - Режим доступа: [https://www.yuneec.com/en\\_GB/camera-drones/typhoon-h/specs.html](https://www.yuneec.com/en_GB/camera-drones/typhoon-h/specs.html)
7. ГТУ Отдел ГИС технологий [Электронный ресурс]: Возможности Quantum GIS. - Режим доступа: <http://gis.web.tstu.ru/vozmogquantum.html>
8. CSV Википедия [Электронный ресурс]: CSV Википедия - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CSV>
9. Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/books/ConfMinsk2017-part1.pdf>